



(11) **EP 1 344 001 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**31.10.2007 Patentblatt 2007/44**

(51) Int Cl.:  
**F23N 1/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **01272002.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2001/014601**

(22) Anmeldetag: **12.12.2001**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2002/052199 (04.07.2002 Gazette 2002/27)**

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM BETRIEB EINER MEHRERE KOMPONENTEN UMFASSENDEN TECHNISCHEN ANLAGE, INSBESONDERE EINER VERBRENNUNGSANLAGE ZUM ERZEUGEN VON ELEKTRISCHER ENERGIE**

METHOD AND DEVICE FOR OPERATING A MULTIPLE COMPONENT TECHNICAL SYSTEM, PARTICULARLY A COMBUSTION SYSTEM FOR PRODUCING ELECTRICAL ENERGY

PROCEDE ET DISPOSITIF D'EXPLOITATION D'UNE INSTALLATION TECHNIQUE COMPORTANT PLUSIEURS CONSTITUANTS, EN PARTICULIER D'UNE INSTALLATION DE COMBUSTION DESTINEE A PRODUIRE DE L'ENERGIE ELECTRIQUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE TR**

(56) Entgegenhaltungen:  
**US-A- 3 797 988**

(30) Priorität: **22.12.2000 EP 00128305**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 1996, no. 12, 26. Dezember 1996 (1996-12-26) & JP 08 210628 A (HITACHI LTD;HITACHI ENG CO LTD), 20. August 1996 (1996-08-20)
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 013, no. 311 (M-851), 17. Juli 1989 (1989-07-17) & JP 01 102213 A (HITACHI LTD;OTHERS: 01), 19. April 1989 (1989-04-19)
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 011, no. 155 (M-589), 20. Mai 1987 (1987-05-20) & JP 61 285314 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD), 16. Dezember 1986 (1986-12-16)
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 1998, no. 01, 30. Januar 1998 (1998-01-30) & JP 09 236251 A (HIIRO KK;NOMURA KATSUMI), 9. September 1997 (1997-09-09)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**17.09.2003 Patentblatt 2003/38**

(73) Patentinhaber: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**  
**80333 München (DE)**

(72) Erfinder:

- **SCHLICKER, Stefan**  
**91315 Höchstadt (DE)**
- **SCHREIBER, Roland**  
**36341 Lauterbach (DE)**

**EP 1 344 001 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer technischen Anlage, welche mehrere Komponenten umfasst. Sie betrifft ferner eine Vorrichtung zum Betrieb einer derartigen Anlage. Bevorzugt ist die technische Anlage eine Verbrennungsanlage zum Erzeugen elektrischer Energie.

**[0002]** Technische Anlagen umfassen in der Regel mehrere Komponenten, welche z.B. entweder jeweils eine spezielle Funktion der technischen Anlage realisieren oder welche gemeinschaftlich eine bestimmte Funktion erfüllen.

**[0003]** Ein Beispiel für eine technische Anlage, bei der Komponenten mit unterschiedlichen Funktionen zusammenwirken, ist z.B. ein Kraftwerk zum Erzeugen von elektrischer Energie. Um in einer derartigen technischen Anlage elektrische Energie erzeugen zu können, ist das Zusammenspiel zahlreicher Komponenten mit jeweils unterschiedlicher Aufgabe notwendig:

**[0004]** Als wichtigste Komponenten seien hier z.B. die Turbinen, die Generatoren, die Schutzsysteme und das Leitsystem genannt. Ein effizienter Betrieb einer derartigen technischen Anlage ist nur möglich, wenn der Einsatz der genannten Komponenten aufeinander abgestimmt ist.

**[0005]** In modernen technischen Anlagen wird das genannte Zusammenspiel der Komponenten der technischen Anlage üblicherweise durch ein computergestütztes Leitsystem koordiniert und überwacht. Der Automatisierungsgrad ist dabei oftmals sehr hoch, so dass menschliche Eingriffe in den Betrieb der technischen Anlage nur noch dann notwendig sind, wenn die automatische Steuerung einen aktuellen Betriebszustand der technischen Anlage beherrschen muss, für den in den Steuerungsprogrammen des Leitsystems keine Lösung oder Verfahrensweise vorgesehen ist. Es kann sich dabei z.B. um Störfälle handeln, welche beim Entwurf des Leitsystems nicht in allen Einzelheiten berücksichtigt werden konnten, aber auch um an sich - aus menschlicher Sicht - einfache Betriebsübergänge während des Betriebs der technischen Anlage, welche aber oftmals nur mit erheblichem Aufwand als steuerungstechnische Programme abgebildet werden können. Dies kann z.B. dann der Fall sein, wenn während des Betriebs der technischen Anlage eine Vielzahl von möglichen Betriebszuständen auftreten kann und es aus jedem dieser Betriebszustände möglich sein soll, einen gewünschten Betriebszustand zu erreichen.

**[0006]** Ein Steuerungsprogramm müsste dann für jeden dieser möglichen Betriebszustände zugehörige Steueranweisungen enthalten, um den gewünschten Betriebszustand anzufahren. Die Erfassung aller möglichen Betriebszustände einer technischen Anlage in einem Steuerprogramm ist oftmals vorab nicht möglich, so dass in manchen Fällen das Betriebspersonal der technischen Anlage das Bedienen der Komponenten der technischen Anlage manuell übernehmen muss.

**[0007]** Bei einer technischen Anlage, bei der eine Anzahl von Komponenten zusammenwirken, um eine bestimmte Funktion zu erfüllen, liegen die vorher beschriebenen Probleme ähnlich. Ein Beispiel für eine derartige technische Anlage ist eine Verbrennungsanlage zum Erzeugen von elektrischer Energie, welche eine Mehrzahl von in einem Brennraum angeordnete Brenner umfasst. Der Einsatz der Brenner soll dabei derart geschehen, dass der zugeführte Brennstoff möglichst effizient ausgenutzt wird, um eine geforderte Menge an elektrischer Energie zu erzeugen und die Anlage wirtschaftlich zu betreiben. Des Weiteren ist ein schonender Betrieb einer derartigen Anlage anzustreben, welcher beispielsweise durch eine gleichmäßige Feuerverteilung im Brennraum erreicht werden kann.

**[0008]** Um den zugeführten Brennstoff möglichst effizient auszunutzen, ist es erforderlich, besonders beim Zu- und Abfahren der technischen Anlage und im Teillastbereich - wenn also nicht die maximal mögliche Erzeugungsmenge an elektrischer Energie von der Verbrennungsanlage abgefordert wird und alle Brenner gleichzeitig feuern -, die Brenner derart gezielt zu- bzw. abzuschalten, dass eine möglichst gleichmäßige Feuerverteilung im Brennraum zu jedem Zeitpunkt des Betriebs der technischen Anlage gewährleistet ist.

**[0009]** Die Betriebspraxis vieler Kraftwerke zeigt, dass z.B. bei der Lösung des oben genannten Problems der gleichmäßigen Feuerverteilung in einem Brennraum oftmals auf eine automatische Zu- bzw. Abschaltung der Hauptbrenner verzichtet wird, da die üblicherweise zur Lösung derartiger Aufgaben eingesetzten Verknüpfungs- oder Schrittsteuerungen nur mit sehr großem Aufwand realisierbar sind, wobei die dabei gegebenenfalls eingesetzten Steuerprogramme darüber hinaus sehr unübersichtlich sind. Der hohe Aufwand ist darin begründet, dass beim Betrieb einer Verbrennungsanlage mit einer Mehrzahl von Brennern praktisch jeder Betriebszustand zwischen Leerlauf und Volllast einschließlich der zugehörigen Zu- und Abfahrvorgänge vorliegen kann. Ein Steuerprogramm müsste dann für jeden dieser zahlreichen Betriebszustände entsprechende Steueranweisungen ausführen können, um einen effizienten Betrieb der technischen Anlage zu gewährleisten.

**[0010]** Um das beschriebene Problem des hohen Aufwands wenigstens teilweise zu umgehen, sind in vielen Kraftwerken Verknüpfungs- und Schrittsteuerungen im Einsatz, bei welchen nur für eine Untermenge aller möglichen Betriebszustände entsprechende Steuerbefehle vorgesehen sind. Durch diese bewusste Beschränkung auf definierte Betriebsfälle sind derartige Steuerung jedoch wenig flexibel und menschliches Eingreifen ist weiterhin für all diejenigen Betriebsfälle notwendig, für die in den Steuerungen keine Steuerbefehle vorgesehen sind. Um z.B. das Problem einer gleichmäßigen Feuerverteilung in einem Brennraum einer Verbrennungsanlage zu lösen, sind auch Lösungen denkbar, bei welchen zusätzliche Messvorrichtungen vorgesehen sind, z.B. zur Messung des Temperaturprofils im Brennraum, um

dann diese Messungen auszuwerten und damit den Einsatz der Brenner zu steuern.

**[0011]** Nachteilig dabei ist, dass zusätzliche Einrichtungen, wie z.B. die genannten Messeinrichtungen zur Ermittlung des Temperaturprofils, notwendig sind. Weiterhin müssen diese zusätzlichen Messungen ausgewertet werden, um daraus Steuerbefehle für den Einsatz der Brenner abzuleiten. Der Zusatzaufwand ist dabei oftmals beträchtlich. Außerdem werden der technischen Anlage durch das Hinzufügen von zusätzlichen Messeinrichtungen Störquellen aufgezwungen, welche bei Nichtfunktion zum Stillstand der technischen Anlage führen können.

**[0012]** Aus der JP 61285314 A ist eine mehrere Brenner A-D umfassende Anlage bekannt, bei der ein Zähler die Anzahl von Ein- und Ausschaltvorgängen jedes der Brenner erfasst. Ein Komparator vergleicht die Verwendungshäufigkeiten der einzelnen Brenner und ordnet den Brennern mit der geringsten Benutzungsanzahl die logische Ziffer 1 zu, während er den anderen Brennern die logische Ziffer 0 zuweist. Auf der Grundlage dieser Zuordnung werden die Brenner mit der geringsten Betätigungsanzahl von einem Logikschaltkreis gezielt angesteuert. Durch die in dieser Situation erfolgende Bevorzugung der Brenner mit der geringsten Betätigungsanzahl wird insgesamt eine konzentrierte Verwendung spezieller Brenner verhindert.

**[0013]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betrieb einer mehrere Komponenten umfassenden Anlage, insbesondere einer Verbrennungsanlage zum Erzeugen von elektrischer Energie, anzugeben, welche die genannten Nachteile überwinden und einen möglichst wirtschaftlichen Betrieb der technischen Anlage ermöglichen.

**[0014]** Bezüglich des Verfahrens der eingangs genannten Art wird die Aufgabe erfindungsgemäß durch die Schritte des Verfahrensanspruchs 1 gelöst.

**[0015]** Ein wichtiger Aspekt dieses erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass der Betriebszustand der Komponenten einer technischen Anlage durch eine Anzahl von Wertzahlen, die jeweils einer Komponente zugeordnet sind, beschrieben wird. Die Wertzahlen können dabei beispielsweise Dezimalzahlen sein. Eine Änderung des Betriebszustands der technischen Anlage durch in oder außer Betrieb gehende Komponenten resultiert in einer Änderung mindestens einer Wertzahl mindestens einer Komponente der technischen Anlage. Die Gesamtheit der Wertzahlen aller Komponenten zu einem bestimmten Betriebszeitpunkt beschreibt also den aktuellen Betriebszustand der technischen Anlage.

**[0016]** Die aufsummierten Wertzahlen jeder Komponente drücken je nach Wert dieser Summe eine Priorität aus, mit welcher die betreffenden Komponenten als nächstes zu- oder abzuschalten sind, um in einen gewünschten Betriebszustand zu gelangen.

**[0017]** Beim erfindungsgemäßen Verfahren handelt es sich also um ein Verfahren, bei welchem der Betriebszustand einer technischen Anlage sowie Betriebszustandsänderungen ausgedrückt sind durch eine Anzahl

von Zahlen, beispielsweise Dezimalzahlen, welche weiterverarbeitet werden (Summenbildung), um daraus den nächsten Betriebszustand der technischen Anlage zu ermitteln.

5 Auf diese Weise ist selbst bei unvorteilhaften Einsatzbedingungen, wie z.B. einer unsymmetrischen geometrischen Anordnung der Brenner, unterschiedlichen Brennerleistungen (z.B. der Zünd- und Hauptbrenner) eine  
10 einfache Realisierung eines gleichmäßigen Betriebsprofils - beispielsweise eines symmetrischen Flammenprofils - erreicht.

**[0018]** Vorteilhaft sind die Komponenten untereinander von gleicher Art.

**[0019]** Durch die Gleichartigkeit der Komponenten untereinander ist die Bewertung mindestens einer anderen Komponente mit einer Wertzahl bei Betriebszustandsänderungen besonders einfach, da die Werte der Wertzahlen, mit denen die betreffenden Komponenten bewertet werden, nicht abhängig von der Funktion einer Komponente an sich sein müssen, sondern nur von der Rolle der betreffenden Komponente, welche diese in einem bestimmten Betriebszustand der technischen Anlage im Hinblick auf einen anzustrebenden wirtschaftlichen Betrieb der Anlage spielt. Diese Weiterbildung bedeutet,  
25 dass bei der Festlegung der Werte der Wertzahlen, mit welchen die Bewertung anderer Komponenten erfolgt, weniger Aufwand getrieben werden muss, da keine Besonderheiten, durch welche sich die Komponenten untereinander unterscheiden könnten, berücksichtigt werden müssen.  
30

**[0020]** In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird durch die Zu- oder Abschaltung von Komponenten eine gleichmäßige, insbesondere symmetrische, räumliche Verteilung von sich im Betrieb befindlichen Komponenten erreicht.

**[0021]** Wenn es sich bei den Komponenten der technischen Anlage z.B. um Aktoren handelt, welche beispielsweise auf einen zu verarbeitenden Rohstoff, auf eine Positioniereinrichtung oder Fördereinrichtungen oder dergleichen Kräfte ausüben, so ist eine gleichmäßige räumliche Verteilung derjenigen Aktoren, welche in einem bestimmten Betriebszustand gerade eine Kraft ausüben, vorteilhaft, da die Belastung des betreffenden Stoffes oder der betreffenden Einrichtung dabei günstiger ist im Vergleich zu einer ungleichmäßigen Belastung, bei der es z.B. infolge von inneren Spannungen verursacht durch Kraftgradienten, zu unerwünschten Verformungen, Brüchen oder sogar zur Zerstörung kommen kann.  
45

**[0022]** Wenn es sich bei der technischen Anlage um eine Verbrennungsanlage mit einer Anzahl von Brennern handelt, welche beispielsweise entlang der Innenwand eines Brennraums angeordnet sind, so ist eine räumliche Verteilung sich im Betrieb befindlicher Brenner besonders vorteilhaft, da dadurch ein homogenes Temperaturprofil im Brennraum erreicht wird und der zugeführte Brennstoff dadurch besonders effizient genutzt und die Anlage wirtschaftlich und materialschonend betrieben  
50

wird.

**[0023]** In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung werden diejenigen Komponenten, welche jeweils praktisch im gleichen räumlichen Abstand zu der in oder außer Betrieb gehenden Komponente angeordnet sind, mit der gleichen Wertzahl bewertet.

**[0024]** Auf diese Weise ist eine gleichmäßige räumliche Verteilung von sich im Betrieb befindlichen Komponenten besonders leicht erreichbar, da schon bei der Bewertung der Komponenten berücksichtigt wird, dass zu einem Bezugspunkt - nämlich dem Anordnungsort einer zu- oder abgeschalteten Komponente - gleich beabstandete Komponenten gleich bewertet werden, wodurch die angestrebte gleiche räumliche Verteilung bereits in die Bewertung einfließt und nicht erst bei oder nach der Weiterverarbeitung der Wertzahlen (Aufsummieren) berücksichtigt wird.

**[0025]** Wie bereits ausgeführt, ist die genannte Bewertung beispielsweise dann besonders vorteilhaft, wenn durch die Komponenten einer Anlage Kraft auf einen Rohstoff, ein Erzeugnis oder eine Einrichtung ausgeübt wird, da hierbei eine gleichmäßige Krafteinwirkung die Gefährdung des Rohstoffs, des Erzeugnisses oder der Einrichtung minimiert. Ebenso ist eine derartige Bewertung bei der bereits genannten Verbrennungsanlage mit einer in einem Brennraum angeordneten Anzahl von Brennern vorteilhaft, da auch hier eine gleichmäßige Verteilung im Betrieb befindlicher Brenner im Hinblick auf ein gleichmäßiges Temperaturprofil im Brennraum gewünscht ist und auf diese Weise leicht erreicht werden kann.

**[0026]** Die Aufgabe wird bezüglich der Vorrichtung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß durch die Vorrichtung gemäß Anspruch 6 gelöst.

**[0027]** Vorteilhaft sind die Komponenten untereinander von gleicher Art.

**[0028]** Es ist weiterhin vorteilhaft, dass durch die Zu- oder Abschaltung von Komponenten eine gleichmäßige, insbesondere symmetrische, räumliche Verteilung von sich im Betrieb befindlichen Komponenten erreicht ist.

**[0029]** In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung sind diejenigen Komponenten, welche jeweils im gleichen räumlichen Abstand zu der in- oder außer Betrieb gehenden Komponente angeordnet sind, mit der gleichen Wertzahl bewertet.

**[0030]** Im Folgenden ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt.

**[0031]** Es zeigen:

FIG 1 eine Verbrennungsanlage, welche mehrere, entlang der Innenwand eines Brennraums angeordnete Brenner umfasst,

FIG 2 eine schematische Darstellung der Bewertung anderer Komponenten, wenn Brenner 1 und 2 der Verbrennungsanlage nach FIG 1 zugeschaltet worden sind, und

FIG 3 ein Ausführungsbeispiel für die Verarbeitungseinheit 35 nach FIG 2.

**[0032]** In FIG 1 ist eine Vorrichtung 9 zum Betrieb einer technischen Anlage 10 dargestellt, wobei letztere Komponenten 1, 2, 3,...8 umfasst, welche als Brenner ausgebildet und in einem Brennraum 15 angeordnet sind.

**[0033]** Die Vorrichtung 9 umfasst eine Recheneinheit 20, welche über Befehlsleitungen 22 und Sensorleitungen 24 mit den Brennern 1, 2, 3,...8 verbunden ist.

**[0034]** Über die Sensorleitungen 24 erhält die Recheneinheit 20 von den Brennern 1, 2, 3,...8 jeweils deren Betriebszustandswerte S1, S2, S3,...S8. Diese Betriebszustandswerte enthalten z.B. Informationen darüber, ob der jeweilige Brenner gerade zu- oder abgeschaltet ist. In der Recheneinheit 20 werden die Betriebszustandswerte S1, S2, S3,...S8 ausgewertet, um insbesondere ein in oder außer Betrieb Gehen eines oder mehrerer Brenner festzustellen. Wenn dies der Fall ist, wird in der Recheneinheit 20 mindestens ein anderer Brenner mit einer Wertzahl bewertet.

**[0035]** Jede Betriebszustandsänderung infolge des in oder außer Betrieb Gehens von Brennern 1, 2, 3,...8 löst also eine Bewertung aus, so dass zu jedem Betriebszeitpunkt der technischen Anlage jeder Brenner mit einer Anzahl von Wertzahlen bewertet ist, welche in der Recheneinheit 20 gespeichert werden.

**[0036]** Die Recheneinheit 20 enthält eine Summationseinheit  $\Sigma$ , welche jeweils für jeden Brenner dessen aktuell zugeordnete Wertzahlen aufsummiert.

**[0037]** Die aufsummierten Wertzahlen jedes Brenners 1, 2, 3,...8 beschreiben für jeden Brenner jeweils eine Priorität, mit welcher ein bestimmter Brenner als nächstes zu- oder abzuschalten ist.

**[0038]** Die Recheneinheit 20 ermittelt weiterhin aus diesen Prioritäten Befehle Z1, Z2, Z3,...Z8, welche an die Brenner 1, 2, 3,...8 ausgegeben werden. Diese Befehle können z.B. Ein- oder Ausschaltbefehle an die einzelnen Brenner sein, um laufend einen wirtschaftlichen Betrieb der technischen Anlage 10 sicherzustellen.

**[0039]** FIG 2 zeigt beispielhaft für den Fall, dass Brenner 1 und 2 der Verbrennungsanlage nach FIG 1 zugeschaltet worden sind, die dadurch ausgelöste Bewertung anderer Brenner.

**[0040]** Die Recheneinheit 20 erhält von den Brennern 1 und 2 jeweils deren Betriebszustandswerte S1 bzw. S2, welche im vorliegenden Fall mindestens die Information tragen, dass der betreffende Brenner 1 bzw. 2 zugeschaltet worden ist.

**[0041]** Die Betriebszustandswerte S1 und S2 werden auf Signalvorverarbeitungsstufen VV1 bzw. VV2 der Recheneinheit 20 geschaltet. Die Signalvorverarbeitungsstufen entnehmen die vorher genannte Information aus den Betriebszustandswerten S1 bzw. S2 und ordnen dem beispielhaft vorliegenden Betriebszustand Brenner 1 und 2 zugeschaltet je eine Betriebszustandszahl, beispielsweise den konstanten Wert 1, zu.

**[0042]** Die Betriebszustandszahl jedes Brenners wird auf dem jeweiligen Brenner zugeordnete Multiplizierer 30 geschaltet. Als weiteres Eingangssignal erhalten diese Multiplizierer jeweils noch mindestens eine Wertzahl

WZ1, WZ2 bzw. WZ3.

**[0043]** Diese Wertzahlen WZ1, WZ2 bzw. WZ3 können z.B. den konstanten Werten 6, 3 bzw. 1 entsprechen.

**[0044]** Im vorliegenden Fall löst der zugeschaltete Brenner 1 eine Bewertung der anderen Brenner 2, 8, 3, 7, 4 und 6 aus; der zugeschaltete Brenner 2 löst eine Bewertung der anderen Brenner 1, 3, 4, 8, 5 und 7 aus.

**[0045]** Die Bewertung durch den zugeschalteten Brenner 1 erfolgt im vorliegenden Ausführungsbeispiel dadurch, dass die den anderen Brennern 2, 8, 3, 7, 4 und 6 zugeordneten Summierer  $\Sigma 2$ ,  $\Sigma 8$ ,  $\Sigma 3$ ,  $\Sigma 7$ ,  $\Sigma 4$  bzw.  $\Sigma 6$  die Ausgangssignale der Multiplizierer 30 wie in der FIG 2 dargestellt als Eingangssignale erhalten.

**[0046]** Jeder der Summierer  $\Sigma 1$ ,  $\Sigma 2$ ,  $\Sigma 3$ , ...  $\Sigma 8$  summiert seine zugehörigen Eingangssignale auf und übergibt den jeweiligen Summenwert an nachgeordnete Signalnachverarbeitungsstufen NV1, NV2, NV3, ... NV8. In den Signalnachverarbeitungsstufen kann z.B. eine Nachbearbeitung des Ausgangssignals des jeweiligen Summierers  $\Sigma 1$ ,  $\Sigma 2$ ,  $\Sigma 3$ , ...  $\Sigma 8$  erfolgen, indem z.B. der Ausgang des der jeweiligen Signalnachverarbeitungsstufe vorgeschalteten Summierers nur dann zu einer den Signalverarbeitungsstufen nachgeschalteten Verarbeitungseinheit 35 durchgeschaltet wird, wenn der der jeweiligen Signalnachverarbeitungsstufe bzw. dem jeweiligen Summierer zugeordnete Brenner nicht in Betrieb ist; wenn der jeweilige Brenner bereits in Betrieb ist, so kann die betreffende Signalnachverarbeitungsstufe z.B. anstelle des Ausgangswertes des jeweiligen Summierers einen anderen Wert als aktuelle Bewertung 40 an die Verarbeitungseinheit übergeben. Dieser Wert kann vielmehr so gewählt werden, dass die Verarbeitungseinheit 35 bereits in Betrieb befindliche Brenner erkennt und so verhindert, dass diese eine (nutzlosen) Einschaltbefehl als Befehl Z1, Z2, Z3, ... Z8 erhalten.

**[0047]** Die Hauptaufgabe der Verarbeitungseinheit 35 besteht darin, aus den Ausgangssignalen der Signalnachverarbeitungsstufen NV1, NV2, NV3, ... NV8 diejenigen Brenner zu ermitteln, welche als nächstes mittels der Befehle Z1, Z2, Z3, ... Z8 zu- oder abgeschaltet werden sollen. Ob der jeweilige Befehl Z1, Z2, Z3, ... Z8 ein Ein- oder Ausschaltbefehl ist, hängt davon ab, in welchen nächsten Betriebszustand ausgehend vom aktuellen Betriebszustand der technischen Anlage übergegangen werden soll, um z.B. einen wirtschaftlichen Betrieb der Anlage zu erreichen. Wenn die Anlage ausgehend von einem aktuellen Betriebszustand auf einen Betriebszustand gebracht werden soll, welcher eine höhere Feuerungsleistung erfordert, so ermittelt die Verarbeitungseinheit 35 Zuschaltbefehle als Befehle Z1, Z2, Z3, ... Z8 für die Brenner, um einen wirtschaftlichen Betrieb der Anlage zu erreichen, beispielsweise indem diejenigen Brenner zugeschaltet werden, welche in Verbindung mit den bereits zugeschalteten Brennern ein homogenes Temperaturprofil im Brennraum 15 gewährleisten.

**[0048]** Wird hingegen ausgehend vom aktuellen Betriebszustand ein Betriebszustand gefordert, welcher mit einer niedrigeren Feuerungsleistung erfordert, so ermit-

telt die Verarbeitungseinheit 35 Abschaltbefehle als Befehle Z1, Z2, Z3, ... Z8 für die Brenner, so dass im Betrieb befindliche Brenner gezielt so abgeschaltet werden, dass die verbleibenden in Betrieb befindlichen Brenner einen wirtschaftlichen Betrieb der technischen Anlage gewährleisten, in dem sie beispielsweise ein homogenes Temperaturprofil in der Brennkammer erzeugen.

**[0049]** Die Verarbeitungseinheit 35 ist also ertüchtigt, gezielt je nach Anforderung an einen nächsten Betriebszustand sowohl Zu- als auch Abschaltbefehle als Befehle Z1, Z2, Z3, ... Z8 zu erzeugen.

**[0050]** Die in FIG 2 beispielhaft erläuterte Bewertung soll nun noch zur weiteren Verdeutlichung mit konkreten Zahlenwerten für die Wertzahlen WZ1, WZ2 und WZ3 sowie für die Ausgänge der Signalvorverarbeitungsstufen VV1 und VV2 gezeigt werden.

**[0051]** Die Brenner 1 und 2 sollen zugeschaltet worden sein. Dies wird mittels der Betriebszustandswerte S1 und S2 an die Signalvorverarbeitungsstufen VV1 bzw. VV2 gemeldet. Die Signalvorverarbeitungsstufe VV1 erzeugt aus dem Betriebszustandswert S1 des Brenners 1 den Wert Eins und schaltet diesen gemäß FIG 2 auf drei der Multiplizierer 30. Der Multiplizierer 30a dient der Bewertung der beiden dem Brenner 1 benachbarten Brenner 2 und 8, der Multiplizierer 30b bzw. 30c der Bewertung der Brenner 3 und 7 bzw. 4 und 6. Der Brenner 5 wird durch den Brenner 1 nicht bzw. mit der Wertzahl Null bewertet. Die diesen drei Multiplizierern 30a, 30b, 30c als Multiplikatoren WZ1, WZ2, WZ3 zugeführten Werte seien die konstanten Werte Sechs, Drei bzw. Eins. Diese Werte entsprechen etwa dem Einfluss der zu bewertenden Brenner auf die Unsymmetrie des Flammenbildes, d.h. den Abständen des bewertenden Brenners 1 von den zu bewertenden Brennern. Der Ausgang des Multiplizierers 30a liefert folglich den Wert Sechs und führt diesen dem Summierer  $\Sigma 2$  (welcher dem Brenner 2 zugeordnet ist) und dem Summierer  $\Sigma 8$  (welcher dem Brenner 8 zugeordnet ist) zu.

**[0052]** Der Ausgang des Multiplizierers 30b liefert den Wert Drei, welcher auf die Summierer  $\Sigma 3$  (welcher dem dritten Brenner zugeordnet ist) und  $\Sigma 7$  (welcher dem siebten Brenner zugeordnet ist) aufgeschaltet wird.

**[0053]** Der Ausgang des dritten Multiplizierers 30c liefert den Wert Eins, welcher auf den Summierer  $\Sigma 4$  (welcher dem vierten Brenner zugeordnet ist) und auf den Summierer  $\Sigma 6$  (welcher dem Sechsten Brenner zugeordnet ist) geschaltet wird.

**[0054]** In analoger Weise soll die durch den Brenner 2 ausgelöste Bewertung der anderen Brenner erfolgen, so dass auf die Summierer  $\Sigma 1$  und  $\Sigma 3$  der Wert Sechs aufgeschaltet wird, auf die Summierer  $\Sigma 4$  und  $\Sigma 8$  der Wert Drei und auf die Summierer  $\Sigma 5$  und  $\Sigma 7$  der Wert Eins.

**[0055]** Als Ausgangswerte ermitteln die Summierer  $\Sigma 1$ ,  $\Sigma 2$ ,  $\Sigma 3$ ,  $\Sigma 4$ ,  $\Sigma 5$ ,  $\Sigma 6$ ,  $\Sigma 7$  und  $\Sigma 8$  durch Aufsummation die Werte Sechs, Sechs, Neun, Vier, Eins, Eins, Vier bzw. Neun. Diese Werte werden auf die entsprechend nachfolgenden Signalnachverarbeitungsstufen NV1, NV2, NV3, ... NV8 aufgeschaltet.

**[0056]** Bei einem nächsten zu erreichenden Betriebszustand soll eine Erhöhung der Feuerungsleistung gefordert sein, so dass durch die Verarbeitungseinheit 35 Zuschaltbefehle als Befehle Z1, Z2, Z3 ... Z8 für die Brenner derart ermittelt werden, dass die sich im nächsten Betriebszustand in Betrieb befindlichen Brenner eine gleichmäßige räumliche Verteilung im Brennraum 15 aufweisen, um dadurch ein homogenes Temperaturprofil zu erreichen.

**[0057]** Da die Brenner 1 und 2 sich bereits in Betrieb befinden, schalten die Signalvorverarbeitungsstufen VV1 bzw. VV2 nicht die Ausgänge der Summierer  $\Sigma 1$  und  $\Sigma 2$  auf die Verarbeitungseinheit 35, sondern z.B. den Konstanten Wert Tausend; die Ausgänge der übrigen Summierer  $\Sigma 3, \Sigma 4, \Sigma 5, \dots \Sigma 8$  werden durch die nachfolgenden Signalnachverarbeitungsstufen NV3, NV4, NV5, ... NV8 unverändert auf die Verarbeitungseinheit 35 aufgeschaltet.

**[0058]** Im vorliegenden Beispiel stehen der Verarbeitungseinheit 35 also acht Eingangssignale zur Verfügung, um die im nächsten Schritt zuzuschaltenden Brenner zu ermitteln.

**[0059]** Bei der beispielhaft dargestellten Wahl der Wertzahlen WZ1, WZ2 und WZ3 kann die Verarbeitungseinheit 35 nun die im nächsten Schritt zuzuschaltenden Brenner dadurch ermitteln, indem sie das oder die Minima ihrer Eingangswerte ermittelt und im nächsten Schritt die jeweils zu diesen Minima zugehörigen Brenner zuschaltet; im folgenden Beispiel würde dies bedeuten, dass im nächsten Schritt die Brenner 5 und 6 zugeschaltet werden. Nach Zuschaltung von Brenner 5 und 6 befinden sich die Brenner 1, 2, 5 und 6 in Betrieb.

**[0060]** Ein Blick auf FIG 1 zeigt, dass durch die beschriebene Zuschaltung der Brenner 5 und 6 zu den bereits in Betrieb befindlichen Brennern 1 und 2 eine gleichmäßige Befuerung des Brennraums 15 gewährleistet ist, da bei der räumlichen Brenneranordnung nach FIG 1 auf diese Weise bezüglich des Mittelpunkts des Brennraums 15 gegenüberliegende Brennerpaare betrieben werden, was zu einer gleichmäßigen Befuerung des Brennraums 15 und damit zu einem wirtschaftlichen Betrieb der technischen Anlage führt.

**[0061]** Das in FIG 2 dargestellte Prinzip der Bewertung kann leicht verallgemeinert werden: Man wählt einen bestimmten Brenner als Bezugsbrenner und definiert zu diesem ein erstes, ein zweites und ein drittes Nachbarbrennerpaar. Zum Brenner 3 ist das so definierte erste Nachbarbrennerpaar das durch die Brenner 2 und 4 gebildete Brennerpaar, das zweite Brennerpaar das durch die Brenner 5 und 1 gebildete Brennerpaar und das dritte Nachbarbrennerpaar das durch die Brenner 6 und 8 gebildete Brennerpaar.

**[0062]** Geht nun der Brenner 3 in Betrieb, so löst beispielsweise er eine Bewertung der Brenner 2 und 4 mit dem Wert Sechs, eine Bewertung der Brenner 5 und 1 mit dem Wert Drei und eine Bewertung der Brenner 6 und 8 mit dem Wert Eins aus. Geht nun ein anderer Brenner in Betrieb, so wählt man diesen als Bezugsbrenner

und bildet in analoger Weise ein weiteres erstes, ein weiteres zweites und ein weiteres drittes Nachbarbrennerpaar.

**[0063]** In FIG 3 ist ein Ausführungsbeispiel für die Verarbeitungseinheit 35 aus FIG 2 dargestellt.

**[0064]** Die aktuellen Bewertungen 40 sind dabei auf einen Auswahlbaustein AB der Verarbeitungseinheit 35 aufgeschaltet; zusätzlich kann auch noch ein Hilfwert aufgeschaltet sein, welcher beispielsweise vom Auswahlbaustein AB dazu benutzt wird, auch dann zu- oder abzuschaltende Brenner zu ermitteln, wenn die Auswertung der aktuellen Bewertungen 40 z.B. infolge einer Störung nicht möglich ist. Die aktuellen Bewertungen 40 werden parallel zu ihrer Aufschaltung auf den Auswahlbaustein AB jeweils als Schwellenhöhe 44 auf je einen Schwellwertbaustein SB gegeben.

**[0065]** Der Auswahlbaustein AB kann nun z.B. ausgestaltet sein als Minimalwertbaustein, welcher aus den aktuellen Bewertungen 40 das Minimum auswählt und dieses als sein Ausgangssignal auf den Summierer 42 als Eingangssignal gibt. Der Summierer 42 verknüpft den Ausgang des Auswahlbausteins AB mit einer Konstanten K zu einer Summe, welche gleichzeitig auf die Eingänge aller Schwellwertbausteine SB geschaltet wird. Da die zu den jeweiligen Schwellwertbausteinen zugehörigen Schwellhöhen 44 in ihren Werten unterschiedlich sind, das Eingangssignal für alle Schwellwertbausteine SB gleich ist, liefern nur diejenigen Schwellwertbausteine ein Ausgangssignal ungleich Null als Befehle Z1, Z2, Z3, ... Z8, bei denen das um die Konstante K angehobene Eingangssignal den Wert der jeweils zugehörigen Schwellwerthöhe überschreitet.

**[0066]** Die vorher beschriebene Ausprägung des Auswahlbausteins AB als Minimalwertbaustein ist besonders vorteilhaft bei der Ermittlung von zuzuschaltenden Komponenten der technischen Anlage einsetzbar. Zur Ermittlung von abzuschaltenden Komponenten der technischen Anlage ist der Auswahlbaustein AB bevorzugt als Maximalwertbaustein ausgeprägt. So ist gewährleistet, dass - wenn die Bewertung ähnlich wie in FIG 2 beschrieben durchgeführt wird -, diejenigen Komponenten als im nächsten Schritt abzuschaltende Komponenten ermittelt werden, welche als aktuelle Bewertungen 40 den größten Wert aufweisen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer mehrere Komponenten (1, 2, 3, ... 8) umfassenden technischen Anlage (10), insbesondere einer Verbrennungsanlage zum Erzeugen von elektrischer Energie, mit folgenden Schritten:

- a) für jede Komponente (1, 2, ... 8) wird ein Betriebszustandswert (S1, ... S8) ermittelt;
- b) der Betriebszustandswert (S1, ... S8) jeder Komponente (1, 2, ... 8) wird auf der jeweiligen

- Komponente zugeordnete Multiplizierer (30) geschaltet;
- c) diese Multiplizierer (30) erhalten als weiteres Eingangssignal jeweils noch mindestens eine Wertzahl (WZ1, WZ2, WZ3);
- d) die Ausgangssignale der Multiplizierer einer Komponente werden mindestens einem einer anderen Komponente zugeordnetem Summierer ( $\Sigma 1, \dots \Sigma 8$ ) zugeführt;
- e) aus den Ausgangssignalen der Summierer ( $\Sigma 1, \dots \Sigma 8$ ) werden diejenigen Komponenten ermittelt, welche als nächstes zu- oder abzuschalten sind.
2. Verfahren nach Anspruch 1 wobei durch die Zu- oder Abschaltung von Komponenten (1, 2, 3...8) eine gleichmäßige insbesondere symmetrische räumliche Verteilung von sich im Betrieb befindlichen Komponenten erreicht wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei diejenigen Komponenten, welche jeweils im gleichen räumlichen Abstand zu der in oder außer Betrieb gehenden Komponente angeordnet sind, mit der gleichen Wertzahl bewertet werden.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Komponenten (1, 2, 3,...8) untereinander von gleicher Art sind.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die technischen Komponenten (1, 2, ..., 8) als Brenner, die in einem Brennraum angeordnet sind, ausgebildet sind.
6. Vorrichtung zum Betrieb einer mehrere Komponenten (1,...8) umfassenden technischen Anlage mit einer Recheneinheit (20) die über eine Sensorleitung (24) mit den Komponenten (1, ...8) zur Erfassung von Betriebszustandswerten ( $S1, \dots S8$ ) dieser Komponenten verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Recheneinheit (20) den jeweiligen Komponenten angeordnete Multiplizierer umfasst, deren erste Eingänge für den Betriebszustandswert der jeweiligen Komponente und deren weitere Eingänge für noch mindestens eine Wertzahl (WZ1, WZ2, WZ3) vorgesehen ist, **dass** die Ausgänge der Multiplizierer einer Komponente mit mindestens einem einer anderen Komponente zugeordnetem Summierer ( $\Sigma 1, \dots \Sigma 8$ ) verbunden sind, wobei mittels der Ausgangssignale der Summierer Befehle (Z1 ... Z8) ermittelt werden, welche der Komponenten als nächstes zu- oder abzuschalten sind.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6,

**dadurch gekennzeichnet**, **dass** den Summierern ( $\Sigma 1, \dots \Sigma 8$ ) eine Verarbeitungseinheit (35) zur Ermittlung der als nächstes zu- oder abzuschaltenden Komponenten nachgeschaltet ist, welche einen Auswahlbaustein (AB) enthält, der als Minimalwertbaustein oder Maximalwertbaustein ausgebildet ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Komponenten (1,... 8) von gleicher Art sind.
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Komponenten als Brenner, die in einem Brennraum angeordnet sind, ausgebildet sind.

## 20 Claims

1. Method for operating a technical installation (10) comprising a number of components (1, 2, 3, ... 8), in particular a combustion installation for generating electrical energy, with the following steps:
- a) for each component (1, 2, ... 8) an operating state value ( $S1, \dots S8$ ) is determined,
  - b) the operating state value ( $S1, \dots S8$ ) of each component (1, 2, ... 8) is switched to multipliers (30) assigned to the respective component;
  - c) these multipliers (30) in each case receive as a further input signal at least one numerical value (WZ1, WZ2, WZ3);
  - d) the output signals of the multipliers of one component are fed to at least one summing unit ( $\Sigma 1, \dots \Sigma 8$ ) assigned to another component;
  - e) the components that are next to be switched on or off are determined from the output signals of the summing units.
2. Method according to claim 1 or 2, a uniform, in particular symmetrical, spatial distribution of components that are in operation being achieved by the switching on or off of components (1, 2, 3, ... 8).
3. Method according to claim 2, those components which are respectively arranged at the same spatial distance from the component commencing or ceasing to operate being assessed with the same numerical value.
4. Method according to one of the preceding claims, the components (1, 2, 3, ... 8) being of the same type as one another.
5. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the technical components (1,

2, ... 8) are formed as burners which are arranged in a combustion chamber.

6. Device for operating a technical installation comprising a number of components (1, ... 8) with an arithmetic unit (20) which is connected via a sensor line (34) to the components (1, ... 8) for recording operating state variables (S1, ... S8) of these components, **characterized** **in that** the arithmetic unit (20) comprises multipliers which are assigned to the respective components and the first inputs of which are intended for the operating state variable of the respective component and the further inputs of which are intended for at least one numerical value (WZ1, WZ2, WZ3), **in that** the output of the multipliers of one component are connected to at least one summator ( $\Sigma 1, \dots \Sigma 8$ ) assigned to another component, commands (Z1... Z8) as to which of the components are next to be switched on or off being determined by means of the output signals of the summators. 5 10
7. Device according to Claim 6, **characterized** **in that** arranged downstream of the summators ( $\Sigma 1, \dots \Sigma 8$ ) is a processing unit (35) for determining the components that are next to be switched on or off, which includes a selection module (AB), which is designed as a minimum-value module or a maximum-value module. 25 30
8. Device according to Claim 6, **characterized** **in that** the components (1, ... 8) of the same type. 35
9. Device according to one of the preceding claims, **characterized** **in that** the components are designed as burners which are arranged in a combustion chamber. 40

## Revendications

1. Procédé pour exploiter une installation technique (10) comprenant plusieurs composantes (1, 2, 3, ..., 8), en particulier une installation de combustion pour produire de l'énergie électrique, comprenant les étapes suivantes: 45 50
  - a) détermination d'une valeur de l'état de service (S1, ..., S8) pour chaque composante (1, 2, ..., 8);
  - b) envoi de la valeur de l'état de service (S1, ..., S8) de chaque composante (1, 2, ..., 8) sur des multiplicateurs (30) associés à la composante respective; 55
  - c) réception, par ces multiplicateurs (30), en tant

qu'autre signal d'entrée, de respectivement encore au moins un nombre exprimant une valeur (WZ1, WZ2, WZ3);

d) envoi des signaux de sortie des multiplicateurs d'une composante sur au moins un additionneur ( $\Sigma 1, \dots, \Sigma 8$ ) associé à une autre composante;

e) détermination, à partir des signaux de sortie des additionneurs ( $\Sigma 1, \dots, \Sigma 8$ ), des composantes qui sont les suivantes à devoir être mises en circuit ou arrêtées.

2. Procédé selon la revendication 1, la mise en circuit ou l'arrêt de composantes (1, 2, 3, ..., 8) permettant d'obtenir une répartition spatiale homogène, en particulier symétrique de composantes en service. 15
3. Procédé selon la revendication 2, les composantes qui sont situées respectivement à la même distance spatiale de la composante qui se met en service ou hors service étant évaluées avec le même nombre exprimant une valeur. 20
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, les composantes (1, 2, 3, ..., 8) étant du même type entre elles. 25
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, les composantes techniques (1, 2, ..., 8) se présentant sous la forme de brûleurs qui sont situés dans un espace de combustion. 30
6. Dispositif pour exploiter une installation technique comprenant plusieurs composantes (1, ..., 8), avec une unité informatique (20) qui est reliée, via une ligne de détection (24), aux composantes (1, ..., 8) pour détecter des valeurs des états de service (S1, ..., S8) de ces composantes, **caractérisé en ce que** l'unité informatique (20) comprend des multiplicateurs qui sont associés aux composantes respectives et dont les premières entrées sont prévues pour la valeur de l'état de service de la composante respective et les autres entrées, pour encore au moins un nombre exprimant une valeur (WZ1, WZ2, WZ3), **en ce que** les sorties des multiplicateurs d'une composante sont reliées à au moins un additionneur ( $\Sigma 1, \dots, \Sigma 8$ ) associé à une autre composante, des ordres (Z1, ..., Z8) étant déterminés au moyen des signaux de sortie des additionneurs, lesquels ordres déterminent lesquelles des composantes sont les suivantes à devoir être mises en circuit ou arrêtées. 35 40 45 50
7. Dispositif selon la revendication 6, **caractérisé en ce qu'**une unité de traitement (35) servant à déterminer les composantes qui sont les suivantes à devoir être mises en circuit ou arrêtées est montée en aval des additionneurs ( $\Sigma 1, \dots, \Sigma 8$ ), laquelle unité 55



contient un composant de sélection (AB) qui se présente sous la forme d'un composant de valeur minimale ou d'un composant de valeur maximale.

8. Dispositif selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** les composantes (1, ..., 8) sont du même type. 5
9. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les composantes se présentent sous la forme de brûleurs qui sont situés dans un espace de combustion. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

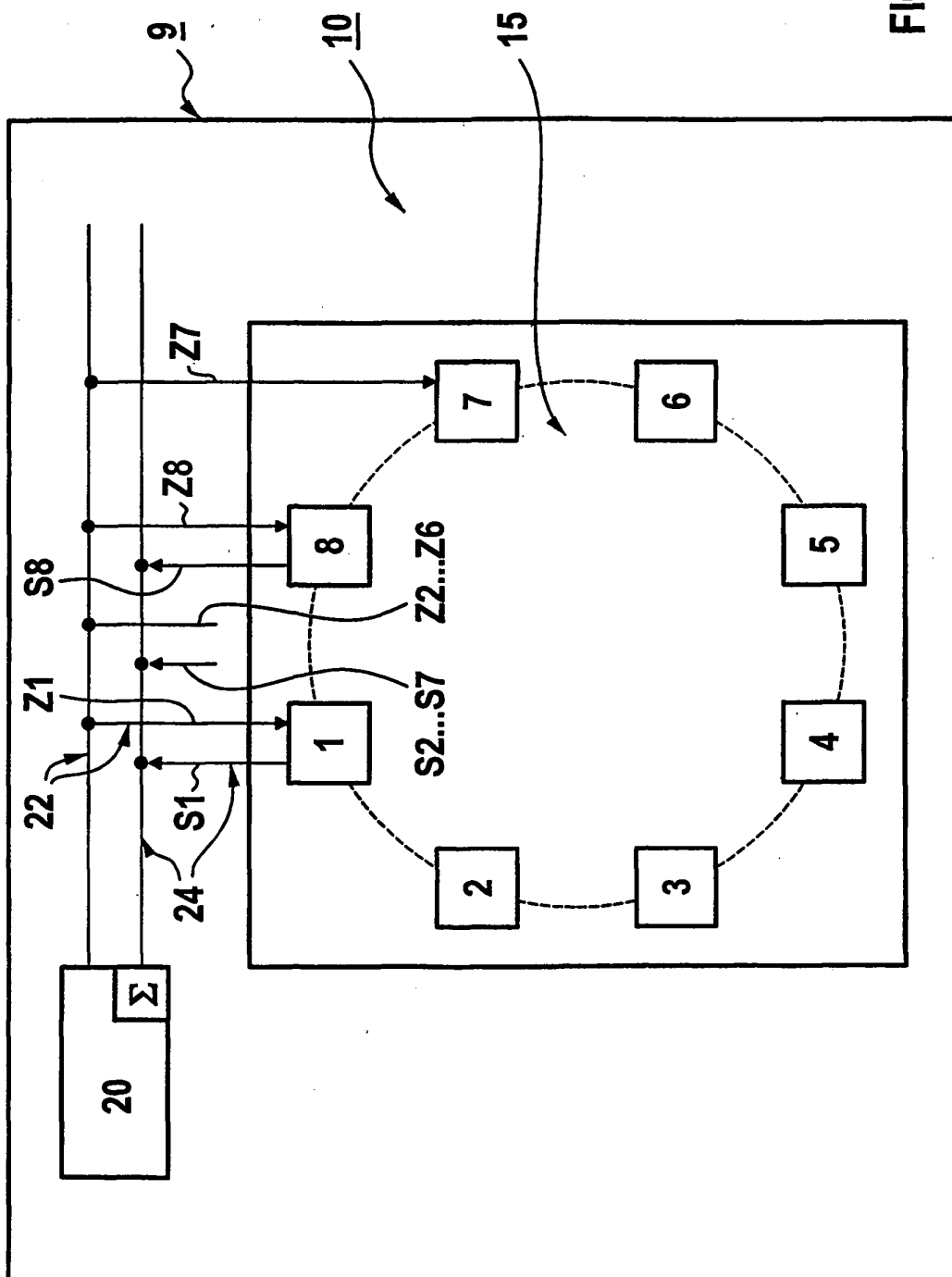


FIG 1

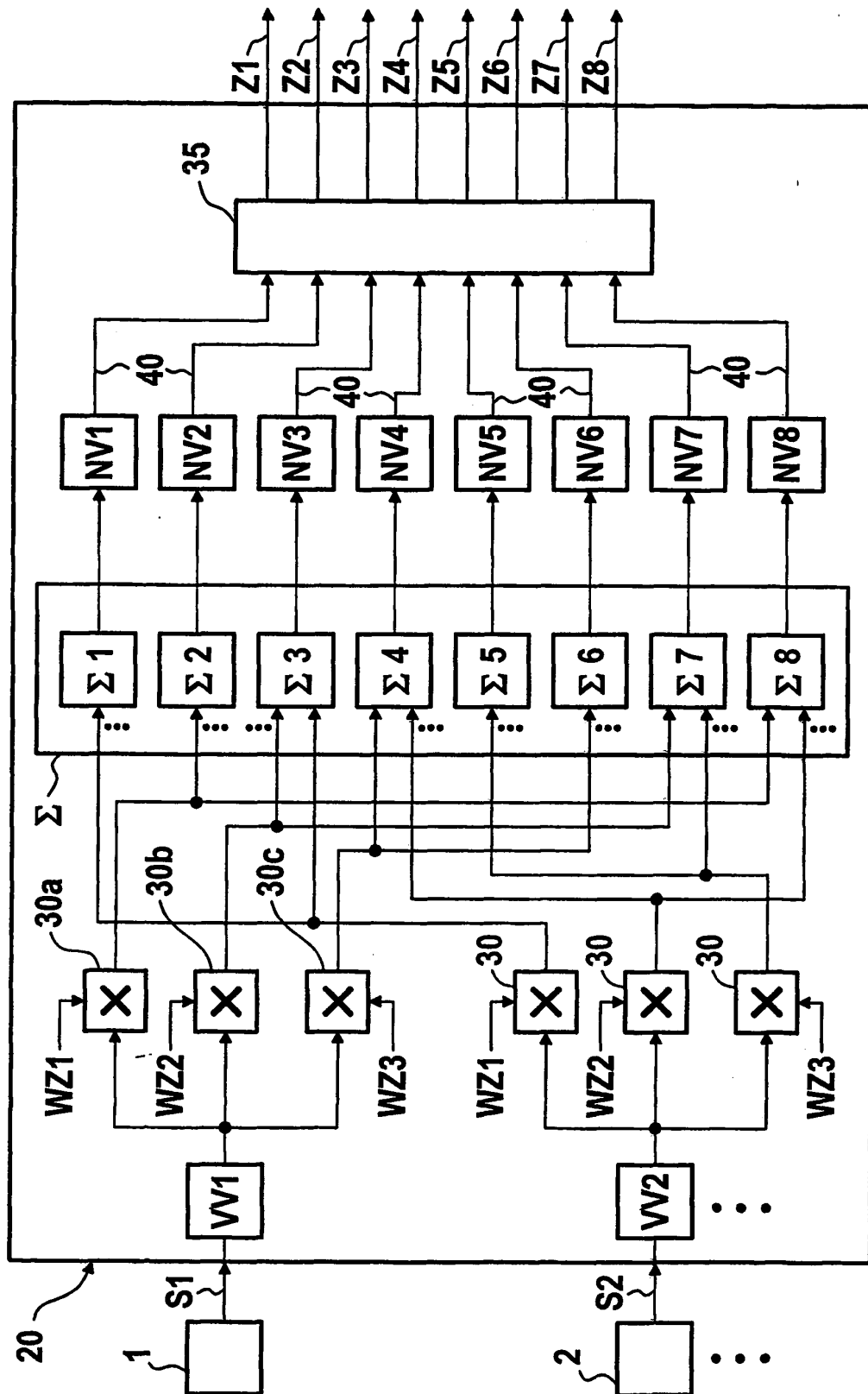


FIG 2

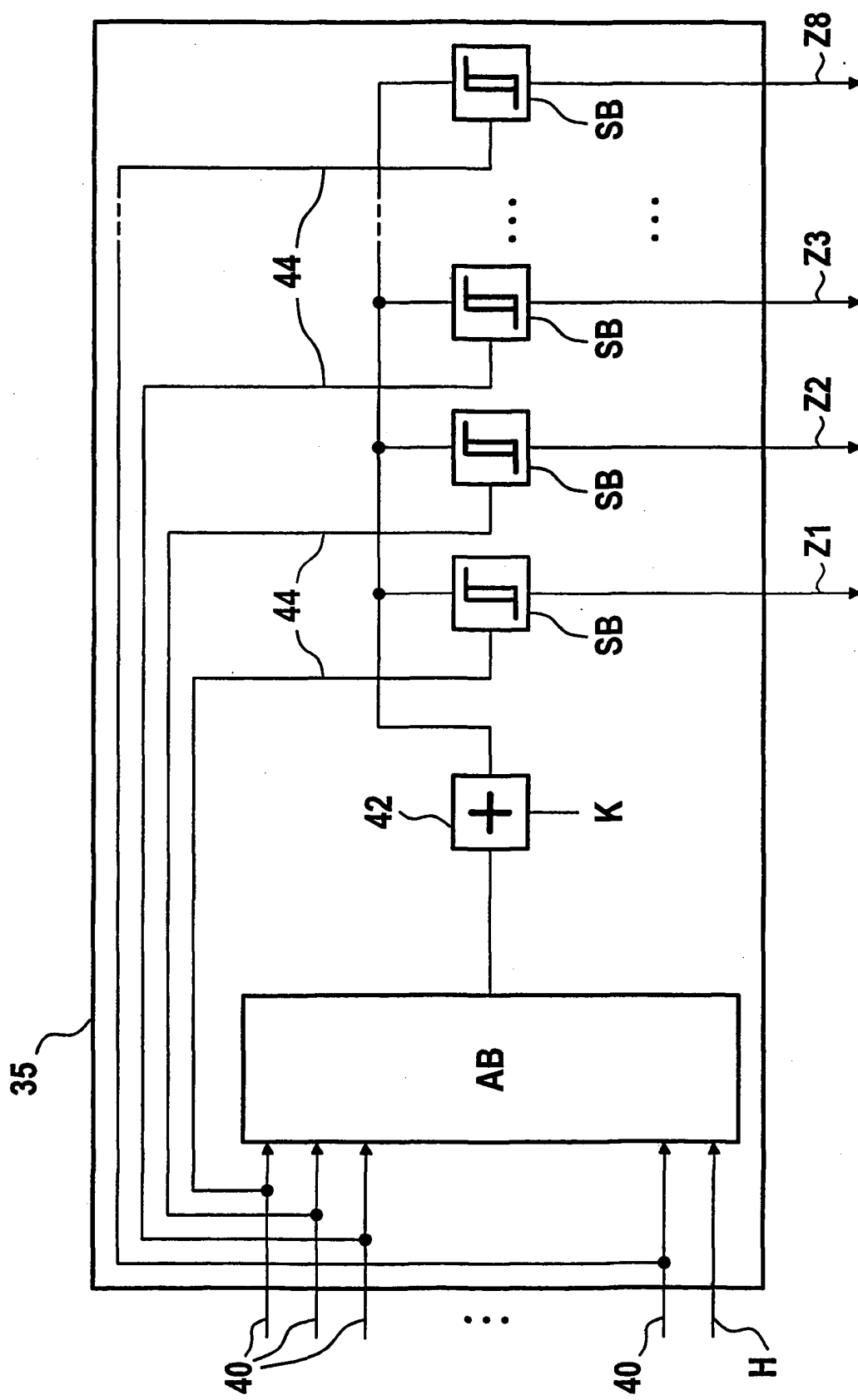


FIG 3

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- JP 61285314 A [0012]